

BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP 03/13528

PCT/EP 03/13528

REC'D 12 FEB 2004	
WIPO	PCT



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 58 647.0

Anmeldetag: 13. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Continental Teves AG & Co oHG,
Frankfurt am Main/DE

Bezeichnung: Verfahren für eine adaptive Brems-
momentregelung

IPC: B 60 T 7/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

Continental Teves AG & Co. oHG

13.12.2002

P 10596

GP/BR/ad

T. Pröger

R. Klusemann

B. Giers

Verfahren für eine adaptive Bremsmomentregelung

Der Zweck des Verfahrens ist eine Vermeidung eines zu hohen Bremsmomentes um ein Blockieren der Räder bei einer dynamischen Abbremsung zu verhindern.

Kraftfahrzeugbremsanlage haben auf Grund gesetzlicher Bestimmungen im wesentlichen drei Funktionen, nämlich Betriebs-, Feststell- und Hilfs-/Notbremsfunktion, zu erfüllen. Dazu weisen die bekannten Bremssysteme in der Regel zwei voneinander unabhängige Bremsanlagen, nämlich eine Betriebs- und eine Feststellbremsanlage, auf.

Aus der DE-A-195 16 639 ist ein Kraftfahrzeug mit einer Betriebs- und einer Feststellbremsanlage bekannt, wobei jede Bremsanlage über eine ihr zugeordnete Betätigungseinrichtung betätigt werden kann. Die Bremsanlage umfasst einen Druckerzeuger, mit dem die Reibungsbremse der Feststellbremsanlage betätigt werden kann. Obwohl die Betätigungseinrichtung ein Element einer Fahrdynamikregelungseinrichtung (ESP) sein kann, ist für die Feststellbremsanlage keine Antiblockierfunktion vorgesehen.

Auch in der WO 99/38738 ist ein Kraftfahrzeugbremssystem mit einer elektrisch steuerbaren Feststellbremse beschrieben. Es wird vorgeschlagen, die dosierbare Betriebsbremsanlage mit ABS-, ASR- und ESP-Funktion und die Feststellbremsanlage so

- 2 -

auszulegen, dass bei Betätigung der Feststellbremsanlage bei Fahrgeschwindigkeiten von $v \neq 0$ die Betriebsbremse angesteuert wird. Erst bei Fahrgeschwindigkeiten $v \approx 0$ wird die Feststellbremse zugespant. Auch bei dieser bekannten elektronischen Feststellbremse (EPB) ist keine Antiblockierfunktion für die Feststellbremse vorgesehen.

Aus der DE-A-199 08 062 geht eine Feststellbremsanlage für Kraftfahrzeuge hervor, bei der die elektronische Feststellbremse oberhalb einer festgelegten Fahrgeschwindigkeit gesperrt wird. Eine Sperrung ist erforderlich, damit das Kraftfahrzeug bei einem Zuspinnen der Aktuatoren der Feststellbremse in einen unkontrollierten Fahrzustand gerät.

Die vorliegende Erfindung setzt sich zum Ziel, eine elektrisch ansteuerbare Feststellbremsanlage zu schaffen, welche auch bei Fahrgeschwindigkeiten $v \neq 0$ betriebssicher ist.

Diese Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 und die Feststellbremse gemäß Anspruch 10.

Grundgedanke der Erfindung ist es, während einer Antiblockiergelung mit einem möglichst einfach gehaltenen Verfahren einen für eine hohe Bremswirkung günstigen Arbeitspunkt auf der μ -Schlupf Kurve zu finden.

Bevorzugt wird zur Berechnung eines neuen Sollwertes eine Bewertung des maximalen Radschlupfverhaltens in einer vorhergehenden Instabilen Phase (Release-Phase) vorgenommen.

- 3 -

Dabei wird insbesondere in Abhängigkeit des max. Schlupfes in der vorhergegangenen Instabilen Phase, die Bremsmomentanforderung (ForceRequest) in der nachfolgenden Brake-Phase verringert.

Bei der Betrachtung des Bremsschlupfs wird bevorzugt der geringste Schlupfwert (insbesonder in Prozent zur Referenzgeschwindigkeit, SlipPH2max) beider Räder, zur Berechnung für das Bremsmoment herangezogen. Das Rad mit dem größten Schlupf in den jeweiligen Release Phasen bestimmt die Bremsmomentanforderung (Select-Low).

Bevorzugt muss der Schlupf (SlipPH2max) eine bestimmten Schlupfschwelle (SlipThr) an einem Rad überschreiten um die Spannkraftanforderung für die nächste Bremsphase verringern zu können. Die Schlupfschwelle beträgt insbesondere etwa 30 bis 50%.

Die Berechnung eines neuen Sollwertes (ForceRequest) kann nach folgender Formel erfolgen:

$$\text{ForceRequest}(n) = \text{ForceRequest}(n-1) * \text{SlipPH2max} * \text{Faktor1/Faktor2}$$

Die Berechnung wird vorzugsweise nur dann durchgeführt, wenn der Schlupf eine Schwelle SlipThr überschritten hat.

Mit dem Faktor1 und Faktor2 kann eine individuelle Anpassung der Regelung auf die Bedingungen im Fahrzeug (z.B. Auslegung der Feststellbremse) vorgenommen werden. Das Verhältnis Faktor1/Faktor2 ist im allgemeinen kleiner als Eins und beträgt z.B. ca. 1/3.

Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird der neue Sollwert in der Weise berechnet, dass der Initialisierungswert der Spannkraftanforderung für die nächste Bremsphase der aktuelle Wert des tatsächlichen Bremsmomentes ist. Steht ein solcher Wert nicht direkt, also sensorisch gemessen zur Verfügung, ist es sinnvoll, einen entsprechenden Wert über ein physikalisches Modell zu berechnen.

Um Unterbremsungen zu vermeiden ist es gemäß dem Verfahren der Erfindung bevorzugt, nach einer bestimmten Zeitdauer, wenn die Räder in der Nähe der Referenzgeschwindigkeit verbleiben, das Bremsmoment mit einem geringeren Bremsmomentgradienten erhöhen. Die Zeitdauer ist zweckmäßigerweise so zu wählen, daß die Reaktionstotzeiten des kompletten Systems, elektromotorischer Aktor, Trägheiten der Räder, usw. eine Berücksichtigung finden.

Das Verfahren der Erfindung bietet den Vorteil, dass ein Blockieren der Räder bzw. ein Übersteuern der Spannkraft bei einer während der Fahrt betätigten Feststellbremse vermieden werden kann.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels an Hand von Figuren.

Es zeigen

Fig. 1 ein Diagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einer einfachen Blockierregelung
Hystereseregung und

Fig. 2 ein weiteres Diagramm zur Erläuterung eines erfindungsgemäß erweiterten Verfahrens mit einer Blockierregelung, welche zurückliegende Bremsmomente berücksichtigt.

In den Diagrammen der Figuren 1 und 2 geben die beiden oberen Kurven v_1 und v_2 die Radgeschwindigkeiten der Hinterräder an. Die beiden unteren Kurven der Figuren 1 und 2 geben jeweils die Kraftanforderung in der Bremsphase und die aktuelle Kraft an den Aktuatoren der Feststellbremse wieder. An der gestrichelten Linie erfolgt ein Reibwertsprung von einem niedrigen Reibwert μ_L zu einem höheren Reibwert μ_H . Durch Überwachung einer Unterbremsung wird der Sollwert schrittweise solange erhöht, bis erneut ein vorgegebener Mindestschlupf auftritt.

In Fig. 2 steigt zunächst der Sollwert für das Bremsmoment solange an, bis eine Schlupfschwelle von 40 % durch die Radgeschwindigkeiten überschritten wird. In diesem Moment wird der Sollwert deutlich verringert und der aktuelle Wert für das an der Feststellbremse anliegende Bremsmoment in einem Speicher festgehalten. Nach dem ansteigen der Radgeschwindigkeiten wird erneut Bremsdruck aufgebaut, wobei der neue Sollwert entsprechend der weiter oben angegebenen Formel berechnet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Betätigung einer Bremsanlage, insbesondere einer elektrisch ansteuerbaren Feststellbremse, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei einer Fahrgeschwindigkeit, welche eine vorgegebene Mindestgeschwindigkeit übersteigt, das Bremsmoment an den durch die Feststellbremse abgebremsten Rädern reduziert wird, insbesondere um ein Blockieren der durch die Feststellbremse abgebremsten Räder zu verhindern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Radschlupf zum Ermitteln des reduzierten Bremsmoments betrachtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, dass nach Erkennung eines Radschlupfes oberhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes das Bremsmoment verringert wird und nach Erkennung eines Radschlupfes unterhalb eines vorgegebenen Schwellenwertes das Bremsmoment erhöht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Berechnung eines neuen Sollwertes für das Bremsmoment der maximale Radschlupf der instabilen Phase (1), in der der Radschlupf unterhalb der Fahrzeuggeschwindigkeit liegt, betrachtet wird.
5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Schlupf des durch die Feststellbremse abgebremsten Rades betrachtet wird; welches den höchsten Schlupf aufweist (Select Low).

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Berechnung eines neuen Sollwertes für das Bremsmoment das Soll-Bremsmoment der vorangegangenen Berechnung berücksichtigt wird.
7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Berechnung eines neuen Sollwertes für das Bremsmoment das tatsächliche Bremsmoment (2), welches zum Zeitpunkt des Überschreitens der Schlupfschwelle vorliegt, berücksichtigt wird oder eine über ein Näherungsmodell abgeleitete Größe, die weitestgehend dem aktuellen Bremsmoment (2) entspricht.
8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass zur Vermeidung von Unterbremsungen betrachtet wird, ob der Schlupf für eine bestimmte Zeit t_0 eine weitere vorgegebene Schlupfschwelle nicht überschritten hat.
9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass bei einer Unterbremsung das Bremsmoment insbesondere schrittweise erhöht wird.
10. Elektrisch ansteuerbare Feststellbremse für Kraftfahrzeuge, welche insbesondere ein weiteres elektronisches Betriebsbremsssystem mit Blockierschutz umfassen, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Feststellbremse eine Einrichtung zur Blockierverhinderung aufweist.

- 8 -

11. Bremse nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Einrichtung nach einem Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 arbeitet.

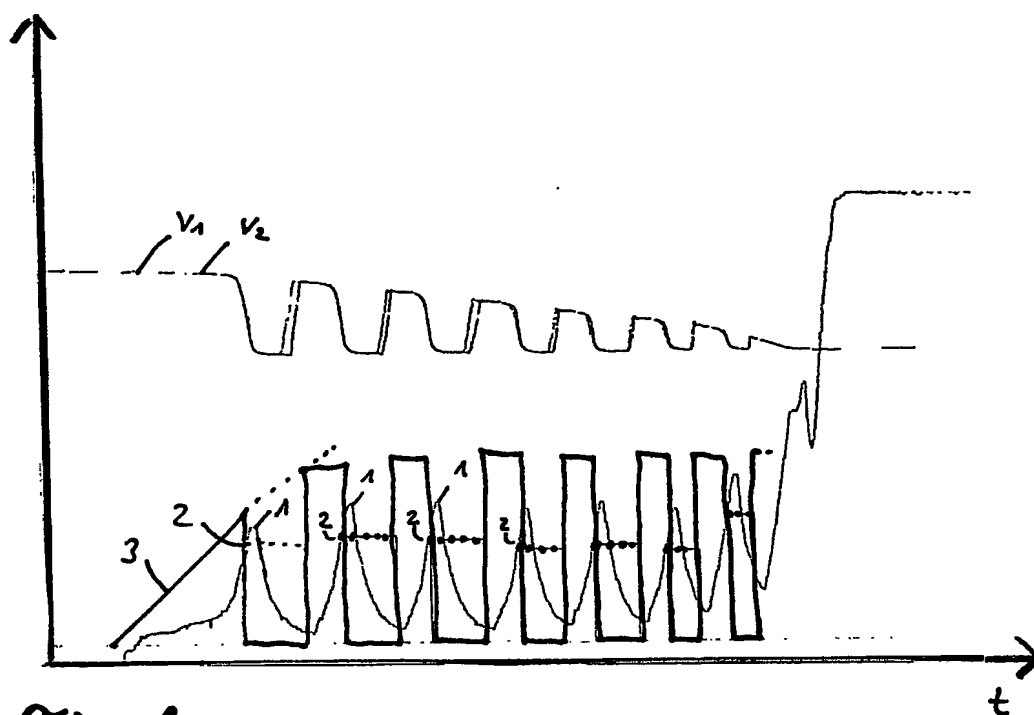


Fig. 1

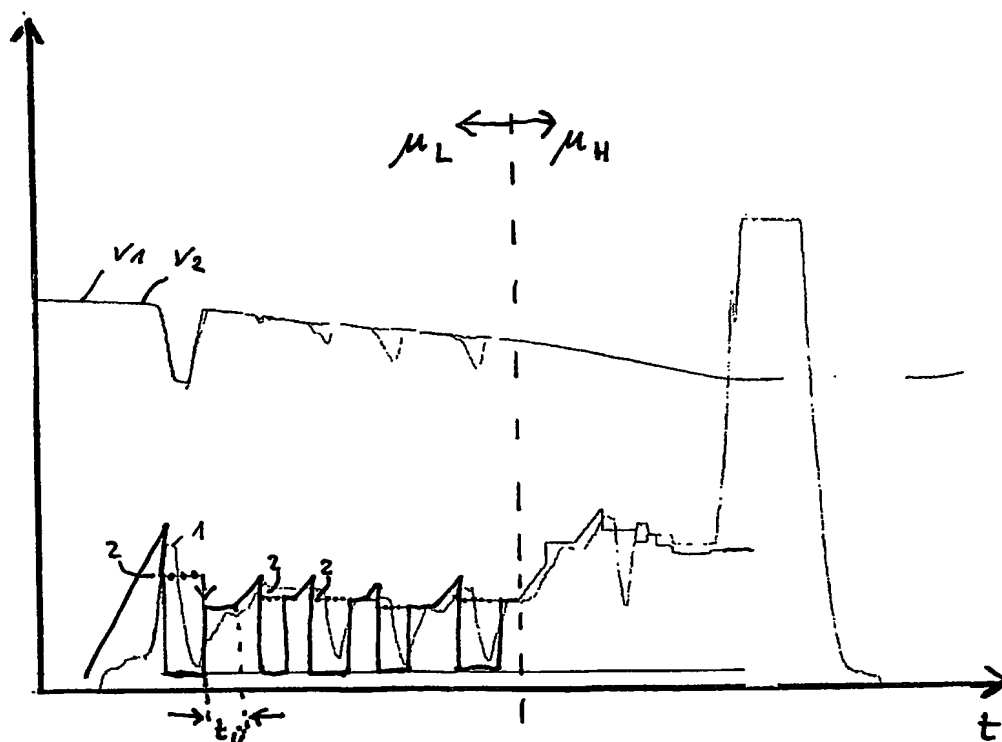


Fig. 2